

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Jc868 U.S. PRO  
10/080885  
02/22/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月 1日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-056098

出 願 人

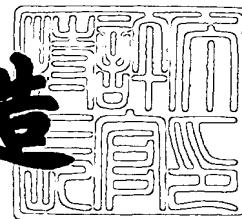
Applicant(s):

株式会社ニコン

2001年10月19日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3092119

【書類名】 特許願

【整理番号】 99-01265

【提出日】 平成13年 3月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン  
内

【氏名】 中野 勝志

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代表者】 吉田 庄一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005223

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】コイルの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】荷電粒子線装置用のコイルの製造方法であり、基板上に電極用の金属層を形成し、その後、厚さが0.1mm以上のレジストを塗布し、コイルを形成すべき領域のレジストをリソグラフィーにより除去し、レジストが除去された領域に電鍍によって金属を成長させることを特徴とするコイルの製造方法。

【請求項 2】荷電粒子線装置用のコイルの製造方法であり、基板上に金属板を形成し、当該金属板のコイルを形成しない領域をリソグラフィーによりマスキングし、マスキングされていない領域の金属を高圧スプレーエッチングにより除去することを特徴とするコイルの製造方法。

【請求項 3】荷電粒子線装置用のコイルの製造方法であり、基板上に金属板を形成し、当該金属板のコイルを形成しない領域をリソグラフィーによりマスキングし、マスキングされていない領域の金属をサンドブラストにより除去することを特徴とするコイルの製造方法。

【請求項 4】

請求項 1, 2, 3 のいずれか 1 項に記載の方法において、

前記コイルは前記基板の上下面に形成されており、上下面のリソグラフィーを両面アライナーを用いて位置決めすることを特徴とするコイルの製造方法。

【請求項 5】

荷電粒子線装置用のコイルの製造方法であり、基板上に金属板を形成し、該金属板をマイクロエンドミルにより加工することを特徴とするコイルの製造方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の製造方法において、

前記マイクロエンドミルによる加工は金属板下部を残して加工し、その後エッチングにより残された金属板下部を除去することを特徴とするコイルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、イオン、電子等の荷電粒子線を用いた露光装置や観察装置に用いられるコイルの製造方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

近年、半導体素子の微細化に伴い、電子ビームを使った露光装置が開発されている。一方、電子顕微鏡、収束イオンビームを使った顕微鏡や微細加工機も開発されている。電子ビームは光に比べてビームの直進性が良いため、光よりも微細な形状を露光可能とされている。電子線は数々の電磁レンズにより集光や偏向される。電磁レンズとはコイルに電流を流し、それにより光軸上に磁場を発生させ、ローレンツ力により荷電粒子の飛散方向を制御するものである。

## 【0003】

しかし、近年、描画を行う線幅が微細化し、露光装置に高い性能が要求されるようになった。一方、コイルは一般にその製法が銅線をボビンに巻きつけることにより製造されるため、コイル自身の位置精度を高くすることができない。コイルの位置精度を高くする事の可能なコイルとして、米国特許6153885号ではトロイダル型の偏向器を開示している。この偏向器は複数の独立したコイル板(vane)を有しており、コイル板の両面にコイルが配置されている。コイルは渦巻き形状であり、コイル基板を介して互いに電氣的に接続されている。このような構造によって機械的に高安定でかつ高精度なコイルが供給される。ところで、コイルは電流を流すことによって磁場を発生させるため、コイルの断面積をできるだけ大きくとり抵抗率を下げるのが好ましい。このようなコイルの製法には種々の試みがなされている。例えば、本出願人による出願である米国特許出願09/471613ではアルミナ基板に無電解めっきにより薄い銅層を形成し、その後、フォトリソグラフィによりコイル形状にレジストをパターンニングし、レジストをマスクとし、レジストが露出された銅層を電極にして電気めっきにより厚い銅層を形成する方法を開示している。その他の手法としては、コイル状に形成された銅パターンを基板に機械的にアライメントして熱膨張係数の低い接着剤で接着する方法(米国特許出願09/325162)、基板に形成された銅層をレーザマシニング技術で

加工する方法（米国特許出願09/589399）がある。

【 0 0 0 4 】

一般に、コイルはコイルの線が多い（つまり、アンペアターン数大きい）ほど大きな磁場を発生させることができるため、できるだけ線を密集させることができるように断面形状はできうる限り長方形にして、コイル側面の垂直性（急峻性）を高めることが好ましい。

【 0 0 0 5 】

しかし、通常のリソグラフィーによるパターニングでは厚い金属の側面を急峻にしてパターニングすることは難しい。そのため、コイル部分の断面積が減少して、コイルの電気抵抗値を十分に下げることができなかつたり、コイルの集積度を高めることが困難となる。

【 0 0 0 6 】

本発明は、コイルの位置決め制度が高く、しかもコイルの断面積の大きなコイルを基板上に形成する事の可能な方法を提供する事を目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するための第1の手段は、荷電粒子線装置用のコイルの製造方法であり、基板上に電極用の金属層を形成し、その後、厚さが0.1mm以上のレジストを塗布し、コイルを形成すべき領域のレジストをリソグラフィーにより除去し、レジストが除去された領域に電鍍によって金属を成長させることを特徴とするコイルの製造方法である。

【 0 0 0 8 】

本手段によれば、厚膜レジストを用いるため厚い金属をパターニングする事が可能であるため、金属の厚さを電気抵抗値を下げるために必要とされる0.1mm以上の厚さとしても、急峻なコイル側面を形成することが可能であり、集積度を高くし、かつ、コイルの断面積を大きくする事が可能となる。

【 0 0 0 9 】

前記課題を解決するための第2の手段は、荷電粒子線装置用のコイルの製造方法であり、基板上に金属板を形成し、当該金属板のコイルを形成しない領域をリ

ソグラフィーによりマスキングし、マスキングされていない領域の金属を高圧スプレーエッチングにより除去することを特徴とするコイルの製造方法である。

## 【 0 0 1 0 】

高圧スプレーエッチングによる金属の除去は0.1mm以上の厚い金属板であってもコイル側面を急峻にすることが可能であるため、上記手段と同様の作用効果を有する。

前記課題を解決するための第3の手段は、荷電粒子線装置用のコイルの製造方法であり、基板上に金属板を形成し、当該金属板のコイルを形成しない領域をリソグラフィーによりマスキングし、マスキングされていない領域の金属をサンドブラストにより除去することを特徴とするコイルの製造方法である。

## 【 0 0 1 1 】

サンドブラストによる金属の除去は0.1mm以上の厚い金属板であってもコイル側面を急峻にすることが可能であるため、上記手段と同様の作用効果を有する。

前記課題を解決するための第4の手段は、前記第1～3の手段であって、前記コイルは前記基板の上下面に形成されており、上下面のリソグラフィーを両面アライナーを用いて位置決めすることを特徴とするコイルの製造方法である。

## 【 0 0 1 2 】

両面アライナーを用いて上下面に形成されるコイルの合わせ精度を10 $\mu$ m程度と高くする事が可能となる。コイルの合わせ精度が悪いとコイルにより発生させる磁場が歪み像がぼけるという影響があるが、本手段によれば、その影響を低減できる。

## 【 0 0 1 3 】

前記課題を解決するための第5の手段は、荷電粒子線装置用のコイルの製造方法であり、基板上に金属板を形成し、該金属板をマイクロエンドミルにより加工することを特徴とするコイルの製造方法である。

マイクロエンドミルによる金属の除去は0.1mm以上の厚い金属板であってもコイル側面を急峻にすることが可能であるため、上記手段と同様の作用効果を有する。

## 【 0 0 1 4 】

前記課題を解決するための第6の手段は、第5の手段であって、前記マイクロエンドミルによる加工は金属板下部を残して加工し、その後エッチングにより残された金属板下部を除去することを特徴とするコイルの製造方法である。

マイクロエンドミルの刃が細くなるため、金属板と基板あるいは接着剤等との切削抵抗の違いがあると切削速度を高くできなかつたり、場合によれば刃が折れる可能性がある。本手段によれば、このような問題を解決することが可能となる。

#### 【 0 0 1 5 】

##### 【発明の実施の形態】

第1の実施例を図1を用いて説明する。第1の実施例では厚膜レジストと電鍍法を使い高精度なコイルを作製する方法を説明する。まず、基板には絶縁物であり、熱的に安定な石英を使用した。基板としては熱膨張率が低い絶縁物であればアルミナ等の他の材料であっても構わない。その石英1の上下面に、電鍍用の電極である銀2をフォトリソグラフィーによりパターンニングする（図1(a)）。このパターンニングは両面アライナーを用いるため、面内のパターンニング精度は $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 、上下面のパターン合わせ精度は $10 \mu\text{m}$ 程度である。次に厚膜レジスト3を基板上面に $0.5\text{mm}$ 塗布し、アライナーにてコイルとなる部分以外の部分がマスクングされるようにパターンニングする（図1(b)）。マスクパターンの幅は $0.25\text{mm}$ 、パターン開口部の幅は $0.5\text{mm}$ とした。次に、基板全体を銅イオンを含むめっき溶液に浸し、銀パターンに電流を流して銅4を厚み $0.4\text{mm}$ で電鍍する（図1(c)）。この際、電流量とめっき処理の時間をコントロールすることにより電鍍により堆積させた銅の厚みを $10 \mu\text{m}$ 程度で制御できる。ここで、厚膜レジスト3の役割であるが、通常の電鍍は等方的に進行するため、厚膜レジスト3が無いと電鍍が横方向にも進行してしまい、前述の垂直性（急峻性）が失われ好ましくない。厚膜レジスト3で横方向の電鍍の成長方向を制限することにより、所望の銅コイルの形状を高精度に鑄造できる。その後レジストを除去し、下面を再度上面と同様なプロセスで、厚膜レジスト3で電鍍のマスク部分をパターンニングする（図1(d)）。その後同様に電鍍を行って銅4を形成し（図1(e)）、レジスト3を除去すると、基板上に断面積の大きな銅のコイルパターンを高精度に形成することができる。

(図1(f))。尚、銀2の変わりに他の材料を用いても良いが、できるだけ基板1との密着度がよく、電気低効率の低い材料が好ましい。例えば銅を用いることができる。また、銅4の変わりに他の材料を用いても良いが、電鍍できる材料であり、抵抗率が低い材料が好ましい。また、本例では銀2をパターンングして設けたが、電鍍の電極として用いる点から鑑みると、パターンングを最初に行わず、電鍍の電極としての役目を果たした後に除去することが好ましい。つまり、図1(f)の工程まで銀層2を基板全体に設けておき、厚い銅4が形成された後に銀層2をウェットエッチング等により除去すれば良い。この際、厚い銅4もエッチングされる可能性があるが、銀層2を薄い層(例えば、数 $\mu\text{m}$ 程度)とすれば、銅4は相対的に厚いので問題とならない。

## 【0016】

次に、第2の実施例について図2を使い説明する。第2の実施例ではスプレーエッチングという方法によりコイルパターンを形成する。まず基板としては第1の実施例と同様に石英1を使用する。その石英基板の上下面に厚さ0.4mmの銅板5をエポキシ6により接着する(図2(a))。エポキシ6は基板1、銅5と同様な熱膨張係数を有し、この係数が低いことが好ましい。その後、基板1上面にレジスト7を塗布し、アライナーにより銅をエッチング除去したい部分に開口ができるようにパターンングする(図2(b))。次に、基板上面に銅をエッチングできるエッチング液(塩化第2鉄溶液等)を高圧でスプレーし、レジストから露出している部分の銅をエッチング除去する(図2(c))。ここで、高圧のスプレーエッチングを用いることにより、銅のエッチング側面を急峻にできる。その後、裏面にも同様なプロセスを使い銅板をパターンングすることにより、基板上に断面積の大きな銅のコイルパターンを高精度に形成することができる(図2(d))。

## 【0017】

次に、第3の実施例について説明する。第2の実施例では銅をエッチング除去したが、第3の実施例ではサンドブラスト法により銅をブラスト処理する。この点のみ異なり、その他のプロセスは第2の実施例と同様である。ただし、図2(b)で使用したレジスト7はサンドブラスト耐性の高いレジストを使う。その後、砂やその他の砥粒を圧搾空気を使い基板上面に吹き付けることにより、レジストから



露出している部分の銅5をブラスト除去する(図2(c))。裏面のプロセスは上面のプロセスと同様なため省略するが、サンドブラストを使っても、銅5の加工側面を急峻にできる。そのため、基板上に断面積の大きな銅のコイルパターンを高精度に形成することができる(図2(d))。

## 【0018】

次に、第4の実施例について図3を用いて説明する。第4の実施例では、マイクロエンドミルを使い銅板を加工することによりコイルを形成する。第2, 3の実施例と同様に、石英基板1上に厚さ0.4mmの銅板5をエポキシ6を使い接着する(図3(a))。その後、基板上面をマイクロエンドミル8によりコイルパターンを機械加工する(図3(b))。この時の加工位置精度は10 $\mu$ m程度である。ここで、マイクロエンドミルとは、通常のエンドミル機械と同様の加工原理の機械に、直径が0.25mm程度の非常に細いエンドミルの刃具を付け、それにより加工を行うものであり、0.25mm幅の銅を加工除去できる。ここで図3(b)に示すように、マイクロエンドミル加工時には、銅板5の最下部を10 $\mu$ m程度残して加工する。これはマイクロエンドミルの刃8が細いため、銅5とエポキシ接着剤6あるいは石英基板1との切削抵抗の違いがあると、切削速度を高くできなかったり、場合によれば、刃8が折れてしまうためである。そのため、加工時には銅5部分のみ加工を行う。その後基板1裏面も同様なマイクロエンドミル加工を行う。ここで、上下面の加工位置合わせ精度は30 $\mu$ m程度である(図3(c))。最後に塩化第2鉄溶液等のウェットエッチングにより上下面の銅を数十 $\mu$ m程度(残した最下部の銅が全てエッチングできる程度)エッチング除去することにより、加工したコイルパターンを分離する(図3(d))。これにより基板上に断面積の大きな銅のコイルパターンを高精度に形成することができる。

## 【0019】

上述の通り、図1~3を用いて本発明の実施例を説明したが、本例におけるコイルは例えば、基板1の両面に渦巻き状に配置されており、上下のコイルを電氣的に接続するため、基板1の一部に穴を設け、この穴を介して電氣的に接続されるよう処理が行われている。

## 【0020】

本発明のコイルは電磁偏向器、非点補正器等の各種電磁レンズに使用することが可能である。

【 0 0 2 1 】

【発明の効果】

上述した通り、従来の巻き線型コイルと比べ位置精度が高く、また、コイルを構成する金属の厚さを厚くしてもコイル側面を急峻にすることが可能なため、コイルの集積度を高くすることができ、また、コイルの断面積を大きくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態によるコイルの製造方法を示す。

【図 2】 本発明の第 2 の実施形態によるコイルの製造方法を示す。

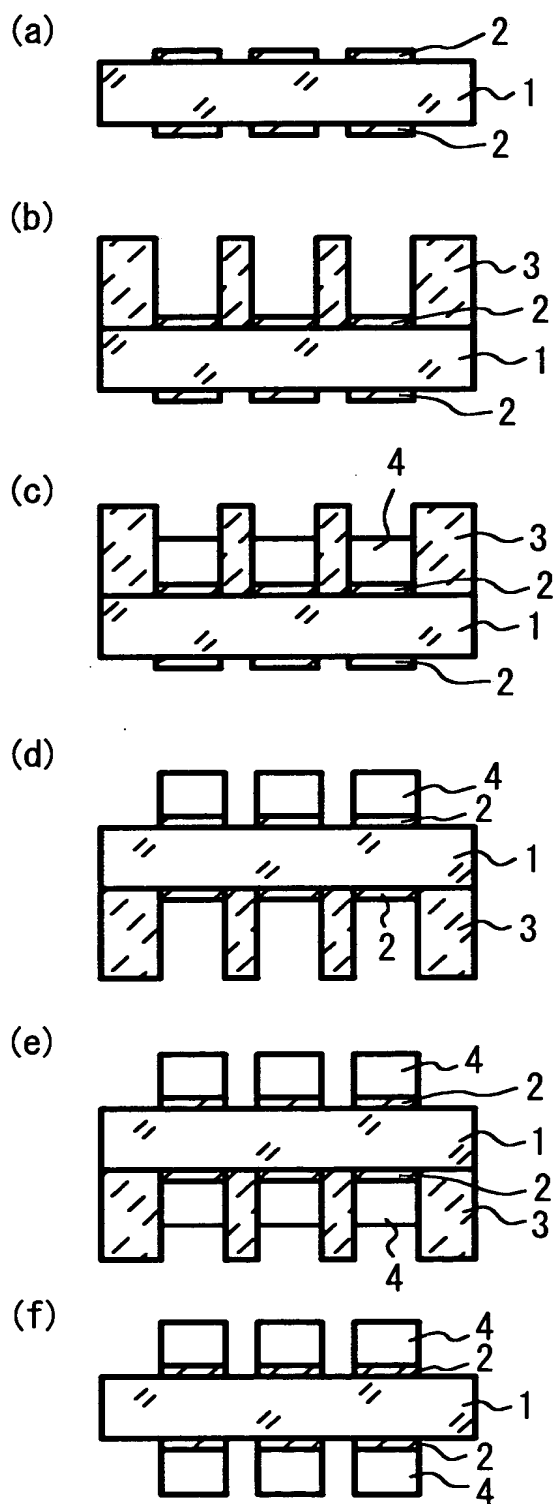
【図 3】 本発明の第 3 の実施形態によるコイルの製造方法を示す。

【符号の説明】

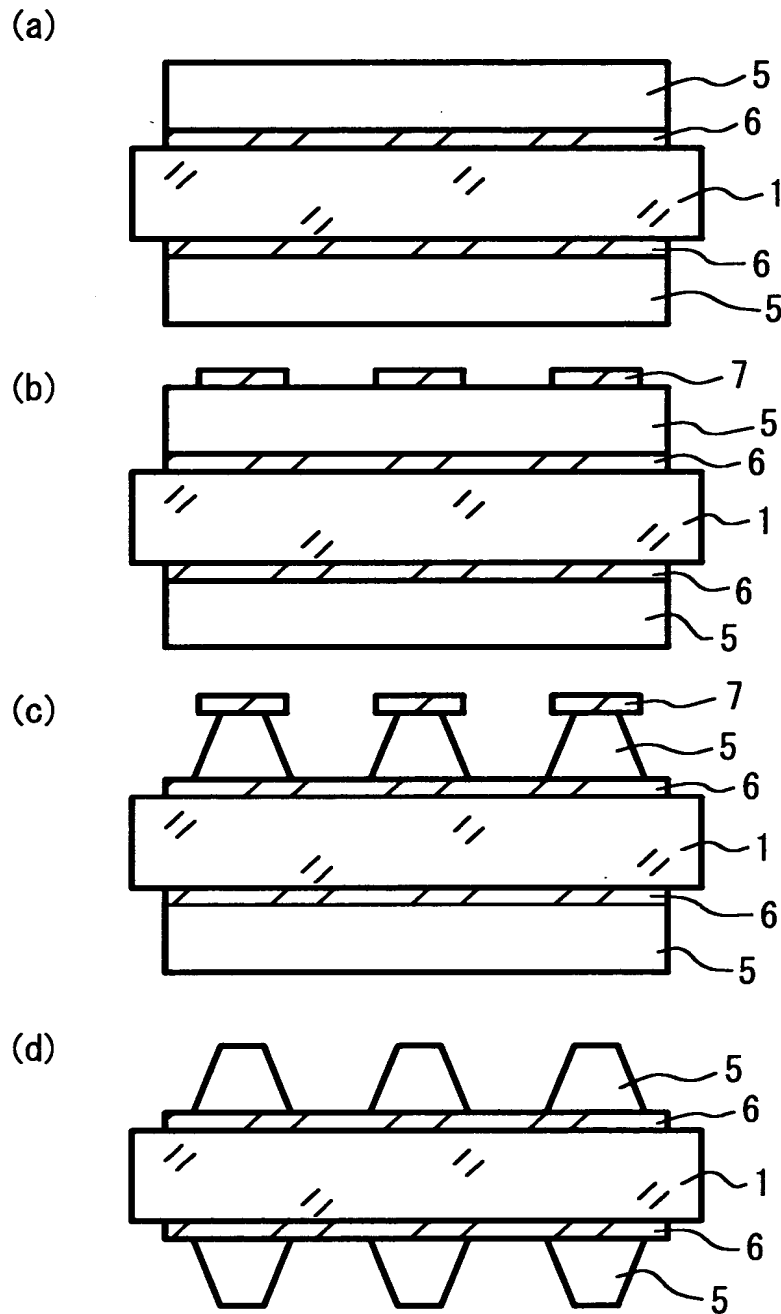
- 1…石英基板
- 2…銀の層
- 3…厚膜レジスト
- 4…銅の厚い層
- 5…銅板
- 6…エポキシ
- 7…レジスト
- 8…マイクロエンドミルの刃

【書類名】 図面

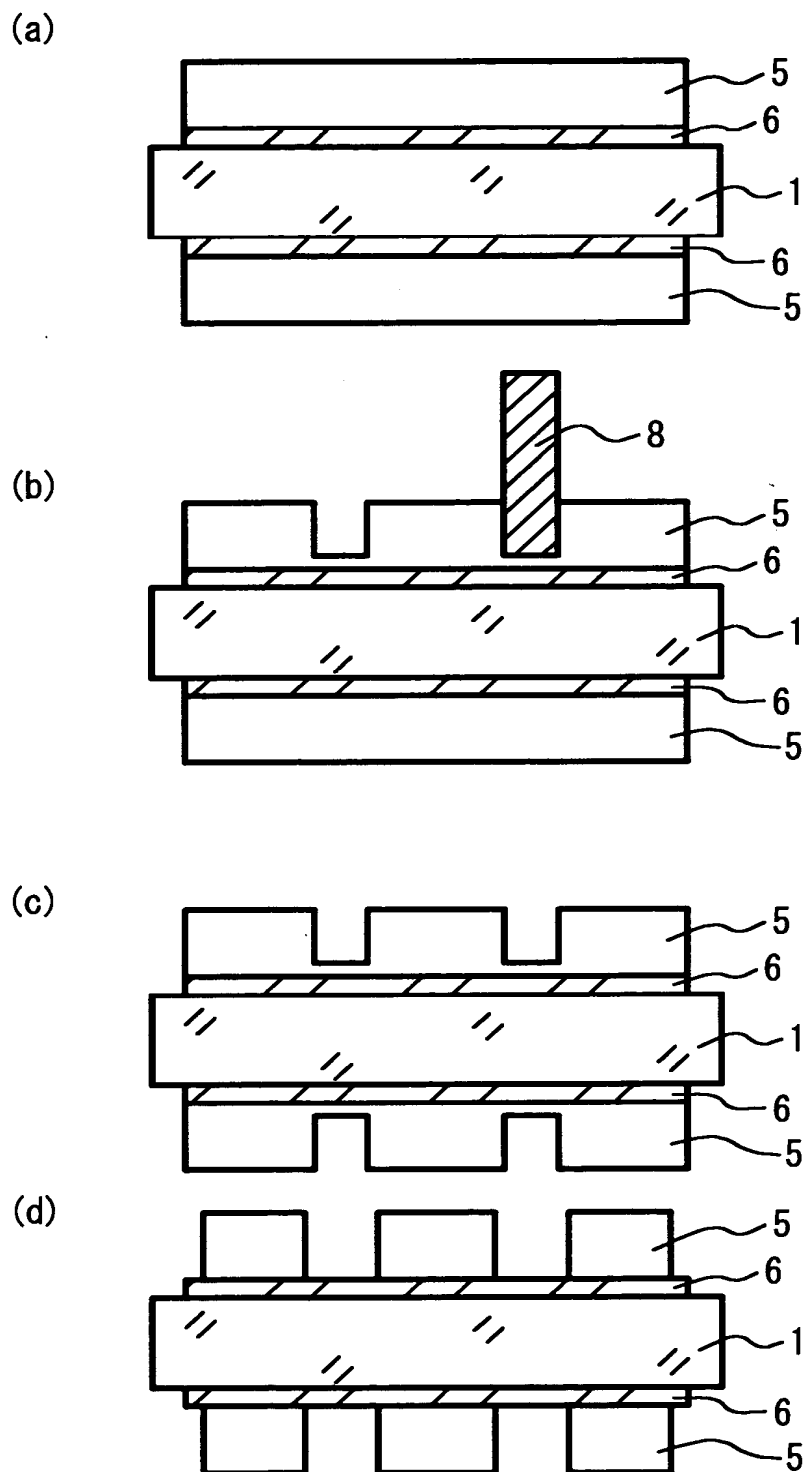
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

コイル部分の断面積が減少して、コイルの電気抵抗値を十分に下げることができなかったり、コイルの集積度を高めることが困難となる。

【解決手段】

荷電粒子線装置用のコイルの製造方法であり、基板上に電極用の金属層を形成し、その後、厚さが0.1mm以上のレジストを塗布し、コイルを形成すべき領域のレジストをリソグラフィーにより除去し、レジストが除去された領域に電鍍によって金属を成長させることを特徴とするコイルの製造方法である。

【選択図】

図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名	株式会社ニコン